

**АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ
ФГБУК «ЕКАТЕРИНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АКАДЕМИЧЕСКИЙ ТЕАТР ОПЕРЫ И БАЛЕТА» ПОСЛЕ
ПРОВЕДЕННОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ**

**ANALYSIS OF EFFICIENCY OF EKATERINBURG STATE
ACADEMIC OPERA AND BALLET THEATRE AFTER THE
RECONSTRUCTION**

Анисимова Е. А., Цайгер А. А.

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург,
anisimova.e.a1994@gmail.com, anastasia.tsayger@mail.ru

Anisimova E. A., Tsayger A. A.

Ural Federal University, Ekaterinburg

Аннотация: В настоящей статье рассматривается вопрос влияния расширения оркестровой ямы зрительного зала ФГБУК «Екатеринбургский государственный академический театр оперы и балета» на акустические характеристики зала. В ходе проведенного исследования был произведен расчет акустики в соответствии с действующей нормативно-технической документацией, а также с использованием ПО Autodesk Ecotect Analysis. Результаты моделирования и расчетов показали положительное влияние произведенных в зале работ на значение времени реверберации. По результатам расчетов предложены меры по улучшению восприятия музыкального сопровождения театральных постановок, повышение эффективности эксплуатации муниципального учреждения.

Abstract: The influence of expansion of orchestra pit in the audience space on acoustical characteristics of Ekaterinburg State Academic opera and ballet theatre is described in this article. Many specialists suppose that

the change of orchestra pit made the acoustical characteristics worse. In order to identify the reasons of bad acoustical characteristics the research took place. The calculation is made in accordance with regulatory-technical documents and with the usage of Autodesk Ecotect Analysis. In order to computation, which based on laser scanning and drawings of spectators hall, 3D model in Autodesk Revit was made. The results showed that all the works, which has been made, improved the time of reverberation. The visualization of process of sound circulation helped to determine reasons and places of bad acoustical characteristics. The measures for better sound perception were given after analysis of the research was made.

Ключевые слова: энергетическая эффективность, оперный театр, Autodesk Ecotect Analysis, Autodesk Revit, акустика, время реверберации.

Keywords: energy efficiency, opera theatre, Autodesk Ecotect Analysis, Autodesk Revit, building maintenance, acoustics, reverberation time.

При проектировании залов главной задачей архитекторов и проектировщиков является обеспечение хорошей акустики. В каждой точке зала должна быть хорошая слышимость музыки и разборчивость речи [1]. Зрительный зал не должен быть слишком глухим или слишком гулким [2]. При акустическом проектировании применяют теоретический расчет с дальнейшей проверкой и корректировкой акустики в натуре.

В закрытом помещении после прекращения действия источника звука слушатель воспринимает музыкальный или речевой сигнал в течение некоторого временного интервала. Это объясняется тем, что уровень звукового давления, созданный в расчетной точке, является интегральной характеристикой энергии прямого звука и энергии отраженных от поверхностей помещения звуковых волн [5].

Для сравнения акустических характеристик мы произвели расчет зрительного зала оперного театра до и после реконструкции

эмпирическими методами согласно методике, представленной в нормативных документах [2–6]. Полученные результаты сведены в табл. 1, 2.

Таблица 1

	Время реверберации на разных частотах до реконструкции		
	Частота, Гц		
	125	500	2000
T, с	1,27	1,22	1,06

Таблица 2

	Время реверберации на разных частотах после реконструкции		
	Частота, Гц		
	125	500	2000
T, с	1,37	1,36	1,17

Затем была построена объемная модель зрительного зала после проведения реконструкции в программном комплексе Autodesk Revit и произведен расчет акустических характеристик с использованием ПО Autodesk Ecotect Analysis.

Сводим все полученные в ходе исследования значения времени реверберации на частоте 500 Гц в табл. 3.

Таблица 3

Результаты расчета на частоте 500 Гц

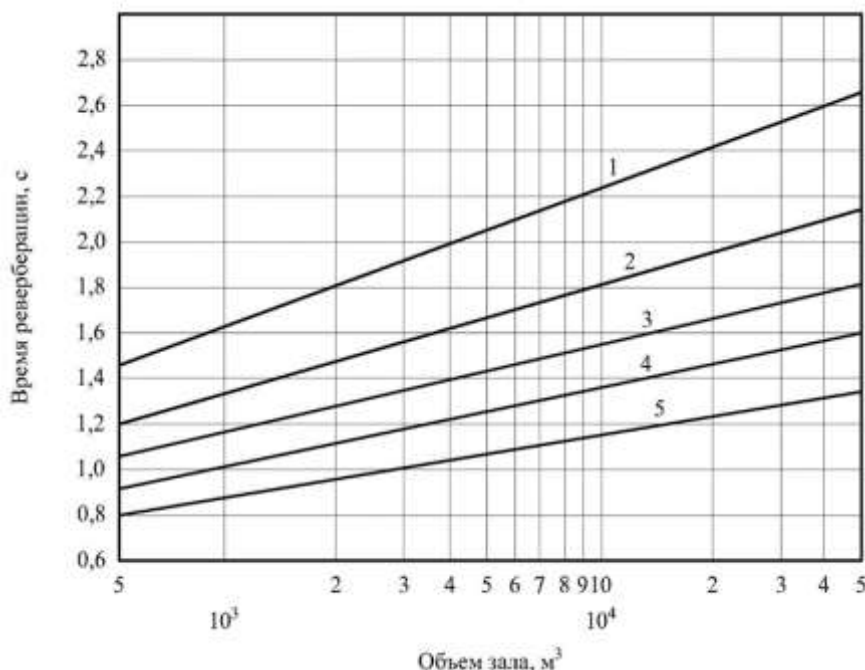
Способ расчета	Время реверберации, с	
	До реконструкции	После реконструкции
На основании нормативных документов	1,22	1,36
В программном комплексе Autodesk Ecotect Analysis	1,14	1,33

На основании полученных результатов можем утверждать, что после реконструкции время реверберации улучшилось, но все же не соответствует рекомендуемому [1] (рисунок).

Рекомендуемое время реверберации на средних частотах (500–1000 Гц) для исследуемого зала оперного театра находится в диапазоне 1,4–1,6 секунды.

Для улучшения акустики зрительного зала предлагаем произвести замену мягких сидений на полумягкие и отделочных

материалов на материалы с более низким коэффициентом звукопоглощения (например, мягкое покрытие пола в оркестровой яме заменить на безворсовый ковер, табл. 3).



Рекомендуемое время реверберации на средних частотах (500–1000 Гц) для залов различного назначения в зависимости от их объема

- 1 – залы для ораторий и органной музыки;
- 2 – залы для симфонической музыки, залы оперных театров;
- 3 – залы для камерной музыки, залы музыкально-драматических театров;
- 4 – залы многоцелевого назначения;
- 5 – лекционные залы, залы ожиданий, спортивные залы и др.

Таблица 3

Коэффициенты звукопоглощения материала

Материал	Коэффициенты звукопоглощения на разных частотах		
	125 Гц	500 Гц	2000 Гц
Ковер безворсовый	0,04	0,15	0,45

За счет уменьшения эквивалентной площади звукопоглощения время реверберации по расчетам увеличится до 1,46 с, что соответствует рекомендуемому значению.

Исследовано влияние результатов реконструкции оркестровой ямы на акустику зрительного зала ФГБУК «Екатеринбургский

государственный академический театр оперы и балета». Исследования показали, что реконструкция зала положительно повлияла на акустику, но время реверберации все же не соответствует рекомендуемому значению.

Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности...» предусматривает ежегодное обязательное снижение объема потребляемых ресурсов муниципальными учреждениями в сопоставимых условиях [7]. Для снижения затрат на эксплуатацию и повышение эффективности предусматривается повышение уровня энергоэффективности, улучшение качества внутренней среды и уменьшение теплопотерь при отоплении.

Для улучшения акустических характеристик зала рекомендуется произвести замену мебели и отделочных материалов. В качестве дальнейших шагов при реконструкции в будущем можно заменить отделочные материалы на материалы с более низким коэффициентом звукопоглощения и более высокими теплоизоляционными свойствами, предусмотреть современные системы на базе возобновляемых источников энергии для гарантированного обеспечения ответственных потребителей (сигнализация, пожарные извещатели, системы видеоконтроля, световые указатели и т. п.) [8].

Список использованных источников

1. СНиП 23-03-2003 Защита от шума. М. : Госстрой России, 2004.
2. ГОСТ Р ЕН 12354-6-2012 Акустика зданий. Методы расчета акустических характеристик зданий по характеристикам их элементов М. : Стандартинформ, 2013.
3. ГОСТ Р ИСО 3382-1-2013 Акустика. Измерение акустических параметров помещений. Ч. 1. Зрительные залы. М. : Стандартинформ, 2014.
4. Пособие к СНиП 2.08.02-89 Проектирование театров. М. : Строиздат, 1990.
5. СП 51.13330.2011 Защита от шума. М. : Министерство регионального развития Российской Федерации, 2011.
6. Климухин А. А., Киселева Е. Г. Проектирование акустики зрительных залов. М. : МАРХИ, 2012. 56 с.
7. Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

8. Андреева Т. А., Завьялов А. С., Велькин В. И. Исследование эффективности светодиодных светильников в комплексе с солнечными ФЭП // Альтернативная энергетика и экология. 2012. № 4. С. 79–81.

УДК 197.3

РАЗРАБОТКА ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

DEVELOPMENT OF DIGITAL TECHNOLOGIES FOR DESIGNING OF HEAT SUPPLY SYSTEMS

Артеев А. Ю., Толстова Ю. И.

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург
ytolstova@mail.ru

Arteev A. Yu., Tolstova Yu. I.

Ural Federal University, Ekaterinburg

Аннотация: В работе изложена информация о применении цифровых технологий для расчетов элементов теплоснабжения. Разработан алгоритм и цифровые платформы для автоматизации вычислений.

Abstract: The article describes information about the application of digital technologies for the calculation of heat supply elements. The algorithm and digital platforms for computing automation are developed.

Ключевые слова: алгоритм; цифровые технологии; расчет.

Key words: algorithm; digital technologies; calculation.

С появлением промышленного производства все предприятия по всему миру стремились совершенствовать и ускорить рабочий процесс путём оптимизации труда и внедрения новых технологий. Сложные технологические процессы стали выполняться на станках, которыми управляет человек.